

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): SAKATA, et al.
Serial No.: Not yet assigned
Filed: February 24, 2004
Title: TRAFFIC SHAPING APPARATUS AND TRAFFIC SHAPING METHOD
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

February 24, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2003-47327, filed February 25, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Paul J. Skwierawski
Registration No. 32,173

PJS/alb
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 5 日
Date of Application:

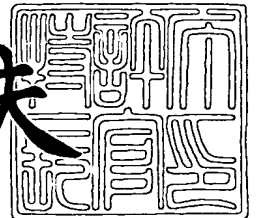
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 7 3 2 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 7 3 2 7]

出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 7 1 5 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0685JP

【提出日】 平成15年 2月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 29/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所 エンタープライズサーバ事業部内

【氏名】 阪田 善彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所 エンタープライズサーバ事業部内

【氏名】 安西 淳

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所 エンタープライズサーバ事業部内

【氏名】 相本 毅

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所 エンタープライズサーバ事業部内

【氏名】 矢野 大機

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所 エンタープライズサーバ事業部内

【氏名】 岡野 薫

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100107010

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋爪 健

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 054885

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104115

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トラヒックシェーピング方法及びトラヒックシェーピング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信判定回路は、送信予定時刻計算回路が送信帯域 A F R を基準に計算した第 1 の送信予定時刻 A を用いて、フレームがキューに存在し、且つ、フレームの送信可能な最も早い時刻であるフレーム送信時刻に最優先でフレームを送信する最優先送信ユーザを決定するステップと、

送信判定回路は、送信予定時刻計算回路が最大送信帯域 P F R を基準に計算した第 2 の送信予定時刻 P を用いて、最優先送信ユーザのフレームをフレーム送信時刻で送信するか判定するステップと、

フレームバッファ管理回路は、送信判定回路が送信すると判定した最優先送信ユーザのフレームをフレームバッファから読み出し、送信するステップと、

送信予定時刻計算回路は、最優先送信ユーザに対応する送信帯域 A F R を基準に求められた基準送信間隔 I N C、及び、最大送信帯域 P F R を基準に求められた最小送信間隔 P I N C をメモリから読み出すステップと、

送信予定時刻計算回路は、読み出した基準送信間隔 I N C に基づき、第 1 の送信予定時刻 A を計算するステップと、

送信予定時刻計算回路は、読み出した最小送信間隔 P I N C に基づき、第 2 の送信予定時刻 P を計算するステップと
を含むトラヒックシェーピング方法。

【請求項 2】

前記第 1 の送信予定時刻 A を計算するステップは、送信予定時刻計算回路が、次式を用いて第 1 の送信予定時刻 A を計算し、

第 1 の送信予定時刻 A = フレーム送信時刻 + 基準送信間隔 I N C × 送信バイト / 送信基準バイト

前記第 2 の送信予定時刻 P を計算するステップは、送信予定時刻計算回路が、次式を用いて第 2 の送信予定時刻 P を計算する請求項 1 に記載トラヒックシェーピング方法。

第2の送信予定時刻 $P = \text{フレーム送信時刻} + \text{最小送信間隔 } PINC \times \text{送信バイト} / \text{送信基準バイト}$

【請求項3】

前記判定するステップは、

送信判定回路が第2の送信予定時刻 P とフレーム送信時刻を比較し、第2の送信予定時刻 P がフレーム送信時刻と一致する、又は、フレーム送信時刻よりも過去を表している場合に、フレームを送信すると判定する請求項1に記載のトラヒックシェーピング方法。

【請求項4】

送信帯域計算回路は、ユーザ毎の最低保証帯域 MFR 及び／又は最大送信帯域 PFR に基づき、ユーザ毎の送信帯域 AFR を計算するステップと、

送信帯域計算回路は、計算した送信帯域 AFR に基づき、基準送信間隔 $PINC$ を計算するステップと、

送信帯域計算回路は、最大送信帯域 PFR に基づき、最小送信間隔 $PINC$ を計算するステップと

送信帯域計算回路は、ユーザに対応して、基準送信間隔 $PINC$ 及び最小送信間隔 $PINC$ をメモリに記憶するステップと

をさらに含む請求項1に記載のトラヒックシェーピング方法。

【請求項5】

キューイング先判定回路は、受信インタフェースからフレームのヘッダ情報を受け取り、該ヘッダ情報に基づき、キューイング先を判定するステップと、

フレームバッファ管理回路は、キューイング先判定回路が判定したキューイング先に従い、受信インタフェースを介して受信したフレームをフレームバッファに書き込むステップと

をさらに含む請求項1に記載のトラヒックシェーピング方法。

【請求項6】

キューイング先判定回路は、判定したキューイング先にフレームが無い又はキューが空きの状態でフレームを受信したか判定するステップと、

送信予定時刻計算回路は、前記受信したか判定するステップでフレームが無い

又はキューが空きの状態と判定された場合に、第1の送信予定時刻A及び第2の送信予定時刻Pを計算するステップと

をさらに含む請求項5に記載のトラヒックシェーピング方法。

【請求項7】

送信するフレーム、又は、送信するフレームを読み出すキューを判定する送信判定回路と、

前記送信判定回路が判定した送信するフレームをフレームバッファから読み出し、送信インタフェースを介して送信するフレームバッファ管理回路と、

フレームを送信する第1の送信予定時刻A及び第2の送信予定時刻Pを計算する送信予定時刻計算回路と、

ユーザに対応して、送信帯域AFRを基準に求められる基準送信間隔INC、及び、最大送信帯域PFRを基準に求められる最小送信間隔PINCが記憶される第1のメモリと、

を備え、

前記送信判定回路は、前記送信予定時刻計算回路が送信帯域AFRを基準に計算した第1の送信予定時刻Aを用いて、フレームがキューに存在し、且つ、フレームの送信可能な最も早い時刻であるフレーム送信時刻に最優先でフレームを送信する最優先送信ユーザを決定する手段と、

前記送信判定回路は、前記送信予定時刻計算回路が最大送信帯域PFRを基準に計算した第2の送信予定時刻Pを用いて、最優先送信ユーザのフレームをフレーム送信時刻で送信するか判定する手段と、

前記フレームバッファ管理回路は、前記送信判定回路が送信すると判定した最優先送信ユーザのフレームをフレームバッファから読み出し、送信する手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、最優先送信ユーザに対応する送信帯域AFRを基準に求められた基準送信間隔INC、及び、最大送信帯域PFRを基準に求められた最小送信間隔PINCを前記第1のメモリから読み出す手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、読み出した基準送信間隔INCに基づき、第1の送信予定時刻Aを計算する手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、読み出した最小送信間隔PINCに基づき、第

2 の送信予定時刻 P を計算する手段と
を有するトラヒックシェーピング装置。

【請求項 8】

前記第 1 の送信予定時刻 A を計算する手段は、送信予定時刻計算回路が、次式を用いて第 1 の送信予定時刻 A を計算し、

第 1 の送信予定時刻 $A = \text{フレーム送信時刻} + \text{基準送信間隔 } INC \times \text{送信バイト} / \text{送信基準バイト}$

前記第 2 の送信予定時刻 P を計算する手段は、送信予定時刻計算回路が、次式を用いて第 2 の送信予定時刻 P を計算する請求項 7 に記載トラヒックシェーピング装置。

第 2 の送信予定時刻 $P = \text{フレーム送信時刻} + \text{最小送信間隔 } PINC \times \text{送信バイト} / \text{送信基準バイト}$

【請求項 9】

前記判定する手段は、

前記送信手判定回路が第 2 の送信予定時刻 P とフレーム送信時刻を比較し、第 2 の送信予定時刻 P がフレーム送信時刻と一致する、又は、フレーム送信時刻よりも過去を表している場合に、フレームを送信すると判定する請求項 7 に記載のトラヒックシェーピング装置。

【請求項 10】

ユーザ毎の最低保証帯域 MFR 及び／又は最大送信帯域 PFR に基づき、送信帯域 AFR を計算する送信帯域計算回路をさらに備え、

前記送信帯域計算回路は、ユーザ毎の最低保証帯域 MFR 及び／又は最大送信帯域 PFR に基づき、送信帯域 AFR を計算する手段と、

前記送信帯域計算回路は、計算した送信帯域 AFR に基づき、基準送信間隔 INC を計算する手段と、

前記送信帯域計算回路は、最大送信帯域 PFR に基づき最小送信間隔 PINC を計算する手段と、

前記送信帯域計算回路は、ユーザに対応して、基準送信間隔 INC 及び最小送信間隔 PINC を前記第 1 のメモリに記憶する手段と

を有する請求項 7 に記載のトラヒックシェーピング装置。

【請求項 11】

受信インタフェースからフレームのヘッダ情報を受け取り、該ヘッダ情報に基づき、キューイング先を判定するキューイング先判定回路をさらに備え、

前記フレームバッファ管理回路は、前記キューイング先判定回路が判定したキューイング先に従い、前記受信インタフェースを介して受信したフレームをフレームバッファに書き込む請求項 7 に記載のトラヒックシェーピング装置。

【請求項 12】

前記キューイング先判定回路は、判定したキューイング先にフレームが無い又はキューが空きの状態でフレームを受信したか判定する手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、前記キューイング先判定回路が、フレームが無い又はキューが空きの状態と判定した場合、第 1 の送信予定時刻 A 及び第 2 の送信予定時刻 P を計算する手段をさらに有する請求項 11 に記載のトラヒックシェーピング装置。

【請求項 13】

ユーザに対応して最大送信帯域 PFR、最低保証帯域 MFR 及び送信帯域 AFR が記憶される第 2 のメモリと、

ユーザに対応して第 1 の送信予定時刻 A、第 2 の送信予定時刻 P が記憶される第 3 のメモリとをさらに備えた請求項 7 に記載のトラヒックシェーピング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、トラヒックシェーピング方法及びトラヒックシェーピング装置に係り、特に、ユーザの帯域の変化に応じて帯域を有効利用するトラヒックシェーピング方法及びトラヒックシェーピング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、シェーピング装置には、ユーザ毎に最低保証帯域 (MFR: Minimum Frame Rate) と、最大送信帯域 (PFR: Peak Fra

me Rate) が設定され、ハードウェアがユーザのアクティブ及びインアクティブを認識して動的に送信帯域 (AFR: Allowed Frame Rate) を計算する。シェーピング装置は、AFR を基準に計算した送信予定時刻 A に基づいて最優先送信ユーザを決定し、時刻が送信予定時刻 A になっているときに該当ユーザのキューからフレームを送信する。一方、時刻が送信予定時刻 A でない場合は、フレームを送信しない。このように、時刻が送信予定時刻 A になっているときに送信することで、AFR に応じたフレーム送信を実現している。

【0003】

また、送信帯域を有効利用するシェーピング装置として、高優先度パケット用のキューと低優先度パケット用のキューを設け、優先キューからパケットを送信すべき時刻になっているのに関わらず優先キューに送信待ちパケットがない場合に、読み出された非優先キューの送信待ちパケットに対して高優先度を与えて送信する装置が提案されている (例えば、特許文献 1 参照)

【特許文献1】

特開 2000-332787 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

シェーピング装置において、あるユーザが使用する帯域 (ユーザの帯域) が計算した送信帯域 AFR を下回ったとき、このユーザは帯域が減少してもインアクティブになるわけではないので、AFR の値としては変化しない。したがって、他のユーザの AFR も変化しないため、他のユーザは上記ユーザの帯域が AFR を下回る前と同じ帯域しか利用できず、どのユーザにも使用されない帯域が生じる場合がある。例えば、ユーザ 1 の最低保証帯域 MFR が 100Mbps、ユーザ 2 の MFR が 100Mbps、回線の最大帯域が 1Gbps の場合、AFR はそれぞれ 500Mbps となる。ところが、ユーザ 1 の帯域が 300Mbps になった場合、ユーザ 2 の AFR は 500Mbps で変化しないため、回線の帯域は 800Mbps しか使用されず、残りの 200Mbps はどのユーザにも使用されない帯域となる。また、ユーザ 1 の帯域が更に MFR も下回って 50Mbps になった場合にも、やはりユーザ 2 の AFR は 500Mbps で変化しないた

め、回線の帯域は550Mbpsしか使用されず、残りの450Mbpsはどのユーザにも使用されない帯域となる。このように、あるユーザの帯域がAFRを下回った分の帯域、或いはMFRも下回った分の帯域は、どのユーザも利用できず、帯域の有効利用ができないという課題がある。

【0005】

また、一般に、シェーピング装置において、あるユーザのAFRが最大送信帯域PFRを上回ると、ユーザはPFRを超えることはできないのでAFRをPFRまで下げる。このときに、他のユーザのAFRは変化しないため、どのユーザにも使用されない帯域が生じる場合がある。例えば、上述と同様にユーザ1とユーザ2のMFRがそれぞれ100Mbps、回線の最大帯域が1Gbpsの場合、AFRはそれぞれ500Mbpsとなる。ここで、ユーザ1のPFRが300Mbpsの場合、ユーザ1のAFRはPFRと同じ300Mbpsとなり、ユーザ1とユーザ2が利用できる帯域は合計で800Mbpsとなる。したがって、回線の帯域200Mbpsはどのユーザにも使用されない。このように、あるユーザのAFRがPFRを上回った分の帯域は、どのユーザも利用できず、帯域の有効利用ができないという課題がある。

【0006】

本発明は、以上の点に鑑み、従来のユーザの帯域の変化により生じる未使用帯域を、有効利用することを目的とする。また、本発明は、あるユーザの帯域が送信帯域AFRを下回った時に生じるどのユーザにも利用されない帯域を利用する方法及び装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、あるユーザの送信帯域AFRが最大送信帯域PFRを上回った時に生じるどのユーザも利用されない帯域を利用する方法及び装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の解決手段によると、

送信判定回路は、送信予定時刻計算回路が送信帯域AFRを基準に計算した第1の送信予定時刻Aを用いて、フレームがキューに存在し、且つ、フレームの送信可能な最も早い時刻であるフレーム送信時刻に最優先でフレームを送信する最

優先送信ユーザを決定するステップと、

送信判定回路は、送信予定時刻計算回路が最大送信帯域 P F R を基準に計算した第 2 の送信予定時刻 P を用いて、最優先送信ユーザのフレームをフレーム送信時刻で送信するか判定するステップと、

フレームバッファ管理回路は、送信判定回路が送信すると判定した最優先送信ユーザのフレームをフレームバッファから読み出し、送信するステップと、

送信予定時刻計算回路は、最優先送信ユーザに対応する送信帯域 A F R を基準に求められた基準送信間隔 I N C、及び、最大送信帯域 P F R を基準に求められた最小送信間隔 P I N C をメモリから読み出すステップと、

送信予定時刻計算回路は、読み出した基準送信間隔 I N C に基づき、第 1 の送信予定時刻 A を計算するステップと、

送信予定時刻計算回路は、読み出した最小送信間隔 P I N C に基づき、第 2 の送信予定時刻 P を計算するステップと
を含むトラヒックシェーピング方法が提供される。

【0008】

本発明の第 2 の解決手段によると、

送信するフレーム、又は、送信するフレームを読み出すキューを判定する送信判定回路と、

前記送信判定回路が判定した送信するフレームをフレームバッファから読み出し、送信インタフェースを介して送信するフレームバッファ管理回路と、

フレームを送信する第 1 の送信予定時刻 A 及び第 2 の送信予定時刻 P を計算する送信予定時刻計算回路と、

ユーザに対応して、送信帯域 A F R を基準に求められる基準送信間隔 I N C、及び、最大送信帯域 P F R を基準に求められる最小送信間隔 P I N C が記憶される第 1 のメモリと、
を備え、

前記送信判定回路は、前記送信予定時刻計算回路が送信帯域 A F R を基準に計算した第 1 の送信予定時刻 A を用いて、フレームがキューに存在し、且つ、フレームの送信可能な最も早い時刻であるフレーム送信時刻に最優先でフレームを送

信する最優先送信ユーザを決定する手段と、

前記送信判定回路は、前記送信予定時刻計算回路が最大送信帯域 PFR を基準に計算した第 2 の送信予定時刻 P を用いて、最優先送信ユーザのフレームをフレーム送信時刻で送信するか判定する手段と、

前記フレームバッファ管理回路は、前記送信判定回路が送信すると判定した最優先送信ユーザのフレームをフレームバッファから読み出し、送信する手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、最優先送信ユーザに対応する送信帯域 AFR を基準に求められた基準送信間隔 INC、及び、最大送信帯域 PFR を基準に求められた最小送信間隔 PINC を前記第 1 のメモリから読み出す手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、読み出した基準送信間隔 INC に基づき、第 1 の送信予定時刻 A を計算する手段と、

前記送信予定時刻計算回路は、読み出した最小送信間隔 PINC に基づき、第 2 の送信予定時刻 P を計算する手段と
を有するトラヒックシェーピング装置が提供される。

【0009】

【発明の実施の形態】

図 1 は、シェーピング装置を備えたパケット中継装置の構成例を示す図である。パケット中継装置は、シェーピング装置 10 を有する回線 IF（インタフェース）50 と、ルーティング処理部 30 と、スイッチ 60 を備える。

【0010】

回線 IF 50 は、回線から物理レイヤ対応部を介してフレーム（パケット）を入出力する。ルーティング処理部 30 は、フレームの宛先アドレスに基づいて、フレームのルーティング先を決定し、スイッチ 60 又は回線 IF 50 にフレームを中継する。また、スイッチ 60 は、ルーティング処理部 30 からフレームを受け取り、ルーティング処理部 30 が決定したルーティング先に従い、フレームを適宜のルーティング処理部 30 に中継する。

【0011】

シェーピング装置 10 は、回線 IF 50 内に配置され、ルーティング処理部 30 からフレームを受け取り、フレーム内のヘッダ情報を参照して該フレームが属

するユーザを判別し、ユーザ毎に設定された、或いは計算された送信帯域 AFR でフレームを送信する。

【0012】

図示のようなパケット中継装置をネットワーク中に配置することにより、シェーピング装置 10 の効果により回線内の各ユーザの帯域を制御することができる。なお、パケット中継装置は、この図に示す構成以外にも適宜の構成とすることができる。

【0013】

図 2 は、シェーピング装置 10 の構成図である。シェーピング装置 10 は、AFR 計算回路 11 と、OTIME 計算回路 12 と、送信判定回路 13 と、キューイング先判定回路 14 と、フレームバッファ管理回路 15 と、受信インタフェース 16 と、送信インタフェース 17 とを備える。また、シェーピング装置 10 は、帯域情報格納メモリ 21 と、INC（基準送信間隔）格納メモリ 22 と、OTIME（送信予定時刻）格納メモリ 23 を備える。また、シェーピング装置 10 は、回線 IF50 に備えられたユーザ毎のキューを有するフレームバッファ 24 及び物理レイヤ対応部 40 と、ルーティング処理部 30 と接続されている。なお、フレームバッファ 24 及び各メモリ 21～23 は、シェーピング装置 10 の外部に設けてもよいし、回線 IF50 の外部に接続されたメモリを使用することもできる。また、フレームバッファ 24 は、シェーピング装置 10 の内部に設けてもよい。

【0014】

受信インタフェース 16 は、外部のルーティング処理部 30 と接続され、ルーティング処理部 30 からフレームを受信する。受信インタフェース 16 は、受信したフレームをフレームバッファ管理回路 15 に送り、また、フレームのヘッダ情報をキューイング先判定回路 14 に送る。

【0015】

キューイング先判定回路 14 は、受信インタフェース 16 からフレームのヘッダ情報を受信し、受信したヘッダ情報に基づきキューイング先を判定する。例えば、キューイング先判定回路 14 は、受信したヘッダ情報の VLAN ID に基

づきキューイング先を判定する。なお、VLAN ID以外にも適宜のヘッダ情報によりキューイング先を判定してもよい。

【0016】

フレームバッファ管理回路15は、受信インタフェース16を介してフレームを受信し、キューイング先判定回路14が判定したキューイング先に従い、受信したフレームをフレームバッファ24内のキューの末尾に書き込む。また、送信判定回路13が送信すると判定したユーザのキューの先頭の送信待ちフレームをフレームバッファ24から読み出し、送信インタフェース17を介して送信する。

【0017】

フレームバッファ24は、受信したフレームがユーザ毎に格納される複数のキューを有する。シェーピング装置10で受信されたフレームは、フレームバッファ管理回路15により、キューイング先判定回路14で判定されたキューイング先に対応するキューに格納される。また、格納されたフレームは、フレームバッファ管理回路15により順次読み出され、送信される。

【0018】

送信インタフェース17は、外部の物理レイヤ対応部40と接続され、フレームバッファ管理回路15から送られたフレームを物理レイヤ対応部40に送信する。

【0019】

帯域情報格納メモリ21は、ユーザに対応して、予め設定された最低保証帯域MFR及び最大送信帯域PFRと、AFR計算回路11で計算された送信帯域AFRとが記憶される。また、帯域情報格納メモリ21は、回線の最大速度がさらに記憶されていてもよい。INC格納メモリ22は、ユーザに対応して、AFR計算回路11で計算された基準送信間隔INCと最小送信間隔PINCが記憶される。OTIME格納メモリ23は、ユーザに対応して、OTIME計算回路12で計算された第1の送信予定時刻Aと第2の送信予定時刻P、及び、各ユーザの送信待ちフレームの存否を示すフラグが記憶される。送信待ちフレームの存否を示すフラグは、例えば、フレームバッファ管理回路15等により適宜書き込ま

れる。

【0020】

A F R 計算回路 11 は、ユーザ毎に設定され、帯域情報格納メモリ 21 に予め記憶されている最低保証帯域 M F R 及び／又は最大送信帯域 P F R に基づき、ユーザ毎に送信帯域 A F R、基準送信間隔 I N C を定期的に、動的に計算する。また、A F R 計算回路 11 は、これら計算結果をユーザに対応して I N C 格納メモリ 22 に記憶する。なお、本実施の形態におけるユーザとは、個々の端末、端末の利用者を表すものではなく、回線の契約単位を表すものである。例えば、V A L N I D 等により識別することができる。

【0021】

具体的には、例えば、A F R 計算回路 11 は、帯域情報格納メモリ 21 に予め記憶されているユーザ毎の最低保証帯域 M F R 及び最大送信帯域 P F R を読み出し、次式を用いて送信帯域 A F R を計算する。

$$A F R = \text{ユーザの使用する回線の最大帯域} \times \text{ユーザの M F R} / \text{その回線を使用するアクティブなユーザの M F R 総和}$$

なお、回線の最大帯域は予め設定され、適宜のメモリに記憶されている。

【0022】

例えば、ユーザ 1、2 の使用する回線の最大帯域が 1 G b p s、ユーザ 1 の M F R = 100 M b p s、ユーザ 2 の M F R = 400 M b p s の場合、

$$\text{ユーザ 1 の A F R} = 1 G \times 100 M / (100 M + 400 M) = 200 M b p s$$

$$\text{ユーザ 2 の A F R} = 1 G \times 400 M / (100 M + 400 M) = 800 M b p s$$

となり、M F R の割合に応じて回線の最大帯域が配分される。ただし、計算した送信帯域 A F R が、読み出した最大送信帯域 P F R、すなわちユーザの最大送信帯域 P F R を超える場合、A F R 計算回路 11 は、A F R = P F R とする。上述の送信帯域 A F R の算出例は、各ユーザの最低保証帯域 M F R に応じて、回線の最大帯域を配分するように計算しているが、これ以外にも適宜の計算により送信帯域 A F R を求めてもよい。

【0023】

さらに、AFR計算回路11は、次式を用いて基準送信間隔INCを計算する。

$INC = \text{シェーピング装置がシェーピング可能な最大帯域} / AFR$

なお、最小送信間隔PINCは次式で計算されるが、最小送信間隔PINCは、ユーザに対応して最大送信帯域PFRが設定された段階で計算され、INC格納メモリ22に予め格納される。

$PINC = \text{シェーピング装置がシェーピング可能な最大帯域} / PFR$

【0024】

ここで、シェーピング装置10がシェーピング可能な最大帯域とは、シェーピング装置10に接続された1本以上の回線の最大帯域の総和である。シェーピング装置10は、接続された全ての回線の最大帯域を制御できる能力をシェーピング能力として備えている。基準送信間隔INCは、送信帯域AFRに基づきフレームを送信する場合の送信間隔である。従来のシェーピング装置10は、基準送信間隔INCを用いて、ユーザ毎に次のフレームを送信する第1の送信予定時刻Aを計算し、送信予定時刻Aが現在時刻と一致する、又は、現在時刻よりも過去を表しているときに当該ユーザのフレームを送信している。

【0025】

最小送信間隔PINCは、最大送信帯域PFRに基づくフレームの送信間隔である。上述の送信帯域AFRは、アクティブな他のユーザとの関係で最大送信帯域PFRよりも小さくなることが多い。他のユーザの帯域が送信帯域AFRよりも下回った場合、他のユーザがインアクティブになるわけではないので別のユーザの送信帯域AFRは変化せず、有効利用されない帯域が生じる。この場合、最大送信帯域PFRを超えない範囲で、送信帯域AFRよりも大きな帯域を用いてフレームを送信することで回線の帯域を有効利用できる。最小送信間隔PINCは、他のユーザが回線を使用していなければ、フレームを送信することができるタイミングを示す。

【0026】

本実施の形態におけるシェーピング装置10は、最小送信間隔PINCに基づ

き第2の送信予定時刻Pを計算し、他のユーザが回線を使用していなければ、第1の送信予定時刻Aより早い第2の送信予定時刻Pにおいてフレームを送信する。また、シェーピング装置10は、第2の送信予定時刻Pの後でも第1の送信予定時刻Aより早い時刻でフレームを送信することができる。

【0027】

OTIME計算回路12は、INC格納メモリ22に記憶されている基準送信間隔INC及び最小送信間隔PINCに基づき、第1の送信予定時刻A及び第2の送信予定時刻Pを計算する。例えば、OTIME計算回路12は、送信帯域AFRに基づき求められた基準送信間隔INC及び最大送信帯域PFRに基づき求められた最小送信間隔PINCをINC格納メモリ22から読み出し、次式により第1の送信予定時刻Aと、第2の送信予定時刻Pを計算する。

第1の送信予定時刻A = 前回の送信予定時刻 + INC

第2の送信予定時刻P = 前回の送信予定時刻 + PINC

なお、前回の送信予定時刻は、シェーピング装置10の内部若しくは外部にある時計、カウンタ等により得ることができる。OTIME計算回路12は、計算結果をユーザに対応してOTIME格納メモリ23に記憶する。

【0028】

また、キューイング先判定回路14が、キューイング先のキューにフレームが無い状態でフレームを受信したと判断した場合、OTIME計算回路12は、受信したフレームを送信可能な最も早い時刻を、第1の送信予定時刻A及び第2の送信予定時刻Pとする。例えば、現在時刻、又は、現在時刻+基準時間を第1の送信予定時刻A及び第2の送信予定時刻Pとすることができる。

【0029】

基準時間は、例えば、時計の「1」に相当する時間であり、シェーピング装置10がシェーピング可能な最大帯域と基準バイト数により次式で計算される。

基準時間 [s] = 基準バイト数 × 8 [bit] / シェーピング装置がシェーピング可能な最大帯域 [bps]

例えば、シェーピング装置10がシェーピング可能な最大帯域 = 1 Gbps、基準バイト数 = 64 バイトとすると、基準時間 = $64 \times 8 / 1 \text{ Gbps} = 512$ [

ns] となり、この値を時計の「1」とする。シェーピング装置 10 は、この基準時間ごとにフレームバッファ 24 内のキューに書き込まれているフレームを送信することができる。

【0030】

送信判定回路 13 は、OTIME 計算回路 12 が計算した第 1 の送信予定時刻 A を用いて、フレームバッファ 24 に書き込まれているフレームの中から、最優先して送信するユーザ、且つ、キューに送信待ちフレームが存在するユーザを決定する。また、送信判定回路 13 は、OTIME 計算回路 12 が計算した第 2 の送信予定時刻 P を用いて、決定したユーザが送信可能な状態になっているかを判定する。送信判定回路 13 は、第 2 の送信予定時刻 P が現在時刻と一致する、又は、現在時刻よりも過去を表している場合、決定したユーザのキューからフレームを送信する指示をフレームバッファ管理回路 15 に出力する。

【0031】

図 3 は、送信予定時刻とフレーム送信の説明図である。

例えば、シェーピング装置に 1 本の回線のみが接続されているとしてその回線の最大帯域が 1 Gbps、最大送信帯域 PFR = 1 Gbps 及び最低保証帯域 MFR = 100 Mbps のユーザ X 及びユーザ Y がアクティブであるとする。この場合、各ユーザの最小送信間隔 PINC は上述の計算式を用いて $PINC = 1$ と計算される。各ユーザの送信帯域 AFR は、AFR 計算回路 11 により、上述の計算式を用いてそれぞれ 500 Mbps と計算される。さらに、各ユーザの基準送信間隔 INC は、AFR 計算回路 11 により $INC = 2$ と計算される。

【0032】

また、シェーピング装置は、フレームを送信すると、OTIME 計算回路 12 が、次のフレームを送信するための、ユーザに対応する第 1 の送信予定時刻 A_x 及び A_y 、第 2 の送信予定時刻 P_x 及び P_y を計算する。例えば、シェーピング装置は、時刻 1 においてユーザ X のフレームを送信すると、OTIME 計算回路 12 が、

$$A_x = \text{前回の送信予定時刻} + INC = 1 + 2 = 3$$

$$P_x = \text{前回の送信予定時刻} + PINC = 1 + 1 = 2$$

と計算する。

【0033】

各ユーザの帯域が送信帯域AFRを下回っていない場合（図3の時刻1～5）、ユーザX、Yのフレームは、それぞれに対応する第1の送信予定時刻 A_x 又は A_y において送信される。

【0034】

ここで、ユーザYの帯域が送信帯域AFRを下回り、送信するフレームがなくなると（図中の時刻6、7）、従来のシェーピング装置では、この時刻においてフレームが何も送信されない。本実施の形態では、この時刻にユーザXのフレームを送信するために、第2の送信予定時刻Pを用いる。まず、シェーピング装置は、フレームが存在するユーザの中から第1の送信予定時刻Aが最も早いユーザを選択する。次に、シェーピング装置は、選択したユーザの第2の送信予定時刻Pが現在時刻と一致又は現在時刻よりも過去であれば、選択したユーザのフレームを送信する。すなわち、シェーピング装置は、時刻6及び7においてユーザXのフレームを送信する。このように、最大送信帯域PFRに基づく第2の送信予定時刻Pを用いることで、他のユーザが使用していない帯域を利用することができる。

【0035】

また、例えば、ユーザYのフレームを受信し、フレームバッファ24のキューにユーザYのフレームが存在する場合（図3の時刻8）、シェーピング装置は、フレームが存在するユーザの中で第1の送信予定時刻Aが最も早いユーザとして、ユーザYを選択し、第2の送信予定時刻Pが現在時刻と一致又は現在時刻よりも過去であれば、選択したユーザのフレームを送信する。すなわち、シェーピング装置は、時刻8においてユーザYのフレームを送信する。その後、ユーザX、Yのフレームが存在すれば、それぞれのユーザのフレームは、送信帯域AFRに基づく第1の送信予定時刻Aに送信される（図3の時刻9～12）。

【0036】

図4は、シェーピング装置の受信・送信処理のフローチャートである。

まず、シェーピング装置は、各種初期設定を行う（S101）。例えば、シェ

ーピング装置 10 は、ユーザ毎に MFR 及び PFR を設定して帯域情報格納メモリ 21 に記憶し、また、PINC を計算して INC 格納メモリ 22 に記憶する。

【0037】

シェーピング装置 10 は、上述の基準時間毎に（処理時刻に）、以下の受信・送信処理を実行する。まず、受信インタフェース 16 は、フレームを受信したか判定する（S103）。受信インタフェース 16 は、フレームの受信と判定した場合（S103）、受信したフレームをフレームバッファ管理回路 15 に送る。また、受信インタフェース 16 は、受信したフレームのヘッダ情報をキューイング先判定回路 14 に送る。一方、受信インタフェース 16 は、フレームを受信していないと判定した場合（S103）、ステップ S115 の処理に移る。

【0038】

次に、キューイング先判定回路 14 は、受信インタフェース 16 からフレームのヘッダ情報を受け取ると、受け取ったヘッダ情報に基づき、キューイング先を決定する（S105）。例えば、キューイング先判定回路 14 は、ヘッダ情報中のユーザを識別する識別子（例えば、VLAN ID）に基づきキューイング先を決定する。ここで、シェーピング装置内部では、各ユーザを特定するためにユーザ毎にユーザ番号が付与されている。従って、キューイング先判定回路 14 はキューイング先のユーザ番号を決定する。キューイング先判定回路 14 は、決定したキューイング先（ユーザ番号）をフレームバッファ管理回路 15 に送る。

【0039】

フレームバッファ管理回路 15 は、受信インタフェース 16 からフレームを受け取り、キューイング先判定回路 14 が決定したキューイング先に従い、フレームバッファ 24 内のキューにフレームを書き込む（S107）。ステップ S107 の処理により、例えば、フレームはユーザ番号に対応したキューに書き込まれる。また、フレームバッファ管理回路 15 は、例えば、フレームを書き込むことにより当該ユーザの送信待ちフレームの存否に変更がある場合、OTIME 格納メモリ 23 に、当該ユーザに対応して送信待ちフレームが存在することを示すフラグを書き込んでもよい。

【0040】

次に、キューイング先判定回路 14 は、ステップ S 105 で決定したキューイング先のキューに、フレームが無い状態でフレームを受信したか判断する (S 109)。例えば、キューイング先判定回路 14 は、フレームバッファ管理回路 15 が、空のキューにフレームを書き込んだことを示す情報をフレームバッファ管理回路 15 から受け取るようにしてもよい。また、キューイング先判定回路 14 は、フレームバッファ管理回路 15 がフレームをキューに書き込む前に、O T I M E 格納メモリの送信待ちフレームの存否を示すフラグを参照してもよいし、ステップ S 105 で判定したキューイング先を参照し、フレームがあるかを判断するように構成してもよい。キューイング先判定回路 14 は、キューにフレームがない状態でフレームを受信したと判断した場合 (S 109)、O T I M E 計算回路 12 に送信予定時刻を計算するよう指示する。一方、キューイング先判定回路 14 は、キューにフレームがある状態でフレームを受信した場合 (S 109)、O T I M E 計算回路 12 への指示は行わない。この場合、シェーピング装置 10 は、ステップ S 115 の処理へ移る。

【0041】

O T I M E 計算回路 12 は、キューイング先判定回路 14 から指示を受け取ると、第 1 の送信予定時刻 A 及び第 2 の送信予定時刻 P を計算する (S 111、S 113)。このとき、O T I M E 計算回路 12 は、受信したフレームの送信可能な最も早い時刻 (例えば、現在時刻、又は、現在時刻 + 基準時間) を、第 1 の送信予定時刻 A 及び第 2 の送信予定時刻 P とすることができる。また、O T I M E 計算回路 12 は、計算した第 1 の送信予定時刻 A 及び第 2 の送信予定時刻 P を、O T I M E 格納メモリ 23 のユーザ番号に対応したアドレスに記憶する。

【0042】

ステップ S 115 では、送信判定回路 13 は、O T I M E 格納メモリ 23 を参照し、O T I M E 計算回路 12 が送信帯域 A F R を基準に計算した第 1 の送信予定時刻 A を用いて、最優先でフレームを送信するユーザを決定する (S 115)。例えば、送信判定回路 13 は、O T I M E 格納メモリ 23 から、第 1 の送信予定時刻 A が最も早いエントリで、且つ、送信待ちフレームの存否を示すフラグがフレームの存在を示すエントリを読み出すことで最優先で送信するユーザを決定

する。

【0043】

次に、送信判定回路13は、OTIME計算回路12が最大送信帯域PFRを基準に計算した第2の送信予定時刻Pを用いて、決定したユーザが送信可能な状態になっているかを判定する(S117)。例えば、送信判定回路13は、第2の送信予定時刻Pが現在時刻と一致する、又は、現在時刻よりも過去である場合、決定したフレームを現在時刻で送信可能であると判定する。送信判定回路13は、フレームを送信すると判定した場合(S117)、フレームバッファ管理回路15に、送信命令及び決定したユーザのユーザ番号を出力する。また、送信判定回路13は、OTIME計算回路12に、送信命令を出力したことを示す情報、及び、決定したユーザのユーザ番号を出力する。一方、送信判定回路13は、送信しないと判定した場合(S117)、現処理時刻での処理を終了し、次の処理時刻にステップS103からの処理を実行する。

【0044】

フレームバッファ管理回路15は、送信判定回路13から送信命令及びユーザ番号を入力すると、フレームバッファ24内の指定されたユーザ番号に対応するキューからフレームを読み出し、送信インタフェース17を介して送信する(S119)。また、フレームバッファ管理回路15は、例えば、フレームを送信することにより当該ユーザの送信待ちフレームがなくなった場合、OTIME格納メモリ23に、当該ユーザに対応して送信待ちフレームが存在しないことを示すフラグを書き込んでもよい。

【0045】

また、OTIME計算回路12は、送信判定回路13から送信命令が出力されたことを示す情報、及び、ユーザ番号を入力すると、入力したユーザ番号に対応する基準送信間隔INC及び最小送信間隔PINCをINC格納メモリ22から読み出す(S121)。

【0046】

OTIME計算回路12は、読み出した基準送信間隔INCに基づき、次式を用いて第1の送信予定時刻Aを計算する(S123)。

第1の送信予定時刻 $A = \text{前回の送信予定時刻} + \text{INC}$

このとき計算した第1の送信予定時刻 A は、当該ユーザ番号に対応するキューから次のフレームを送信する時刻を示している。次に、OTIME計算回路12は、読み出した最小送信間隔 PINC に基づき、次式を用いて第2の送信予定時刻 P を計算する (S125)。

第2の送信予定時刻 $P = \text{前回の送信予定時刻} + \text{PINC}$

また、OTIME計算回路12は、計算した第1の送信予定時刻 A 及び第2の送信予定時刻 P をユーザ番号に対応させて、OTIME格納メモリ23に記憶する。シェーピング装置10は、上述のステップS103からS125の処理を繰り返し実行する。

【0047】

図5は、AFR計算回路11のINC計算のフローチャートである。INC計算は、上述の受信・送信処理とは特に同期される必要はなく、定期的に行われる。

まず、シェーピング装置10のAFR計算回路11は、初期設定をする (S201)。例えば、AFR計算回路11は、回線の最大帯域、ユーザ毎の最低保証帯域 MFR 及び最大送信帯域 PFR を設定する。

【0048】

AFR計算回路11は、帯域情報格納メモリ21からユーザ番号毎の最低保証帯域 MFR 及び最大送信帯域 PFR を読み出す (S203)。また、AFR計算回路11は、帯域情報格納メモリ21又は適宜のメモリからユーザの使用する回線の最大帯域を読み出す。次に、AFR計算回路11は、読み出したユーザ番号毎の最低保証帯域 MFR 及び／又は最大送信帯域 PFR に基づき、ユーザ番号毎の送信帯域 AFR を計算する (S205)。例えば、AFR計算回路11は、次式のように、回線の最大帯域を最低保証帯域 MFR に応じて配分するように計算する。

$$\text{AFR} = \text{ユーザの使用する回線の最大帯域} \times \text{ユーザのMFR} / \text{その回線を使用するアクティブなユーザのMFR総和}$$

なお、AFR計算回路11は、計算した送信帯域 AFR が最大送信帯域 PFR を

超える場合、送信帯域 $A F R = \text{最大送信帯域 } P F R$ とする。また、 $A F R$ 計算回路 11 は、上述以外の適宜の計算により $A F R$ を求めてもよい。

【0049】

さらに、 $A F R$ 計算回路 11 は、以下に示す式を用いて基準送信間隔 $I N C$ を計算する (S207)。

$I N C = \text{シェーピング装置がシェーピング可能な最大速度} / A F R$

【0050】

$A F R$ 計算回路 11 は、ユーザ番号に対応して、計算した基準送信間隔 $I N C$ を $I N C$ 格納メモリ 22 に記憶する (S209)。また、 $A F R$ 計算回路 11 は、ユーザ番号に対応して、計算した送信帯域 $A F R$ を帯域情報格納メモリ 21 に記憶する。

【0051】

$A F R$ 計算回路 11 は、上述のステップ S203～S209 の処理をユーザ全てについて実行する。なお、上述の実施の形態では、ユーザを識別する識別子として、 $V L A N \quad I D$ を用いているが、これ以外にも適宜の識別子、例えば $I P$ アドレスや $M P L S$ ラベル等を用いた構成とすることができる。また、シェーピング装置内部のユーザ番号は、番号以外にも各ユーザを特定可能な適宜の識別子を用いてもよい。

【0052】

(変形例)

上述の実施の形態では、シェーピング装置が送信するフレームは、基準バイト数のフレームとして説明したが、基準バイト数とは異なるバイト数を送信することもできる。その場合、 $O T I M E$ 計算回路 12 は、第 1 の送信予定時刻 A 及び第 2 の送信予定時刻 P を次式を用いて計算する。

第 1 の送信予定時刻 $A = \text{前回の送信予定時刻} + I N C \times \text{送信バイト} / \text{送信基準バイト}$

第 2 の送信予定時刻 $P = \text{前回の送信予定時刻} + P I N C \times \text{送信バイト} / \text{送信基準バイト}$

【0053】

図6は、基準バイト数と異なるバイト数のフレーム送信を示す図である。例えば、回線の最大帯域＝1 G b p s、送信帯域A F R＝500 M b p s（基準送信間隔I N C＝2）、基準バイト数64バイトとする。図6の（a）は64バイトのフレームを送信しているとき、（b）は128バイトのフレームを送信しているとき、（c）は、256バイトのフレームを送信しているときのフレーム送信のタイミングを示している。このように、送信バイトが変化しても、送信帯域A F R及び最大送信帯域P F Rを守ることができる。

【0054】

【発明の効果】

本発明によると、ユーザの帯域の変化により生じる未使用帯域を有効利用することができる。また、本発明によると、あるユーザの帯域が送信帯域A F Rや、更に最低保証帯域M F Rを下回った時に生じるどのユーザにも利用されない帯域を利用する方法及び装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

シェーピング装置を備えたパケット中継装置の構成例を示す図。

【図2】

シェーピング装置の構成図。

【図3】

送信予定時刻とフレーム送信の説明図。

【図4】

シェーピング装置の受信・送信処理のフローチャート。

【図5】

A F R計算回路11のI N C計算のフローチャート。

【図6】

基準バイト数と異なるバイト数のフレーム送信を示す図。

【符号の説明】

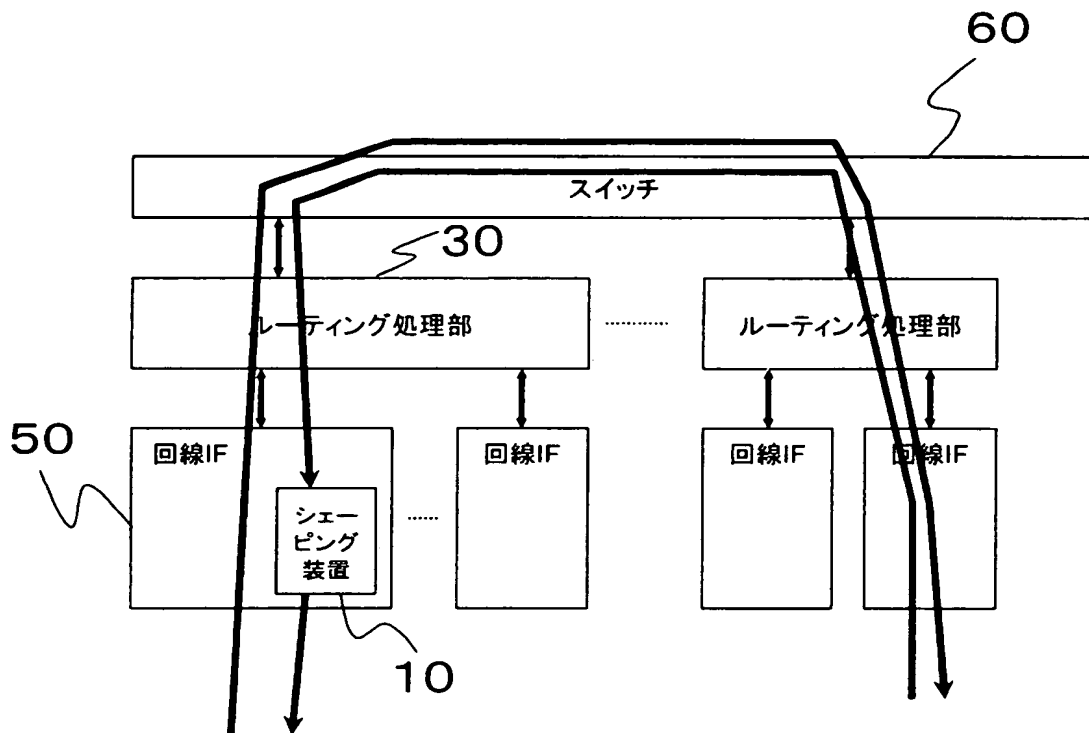
10 シェーピング装置

11 A F R計算回路

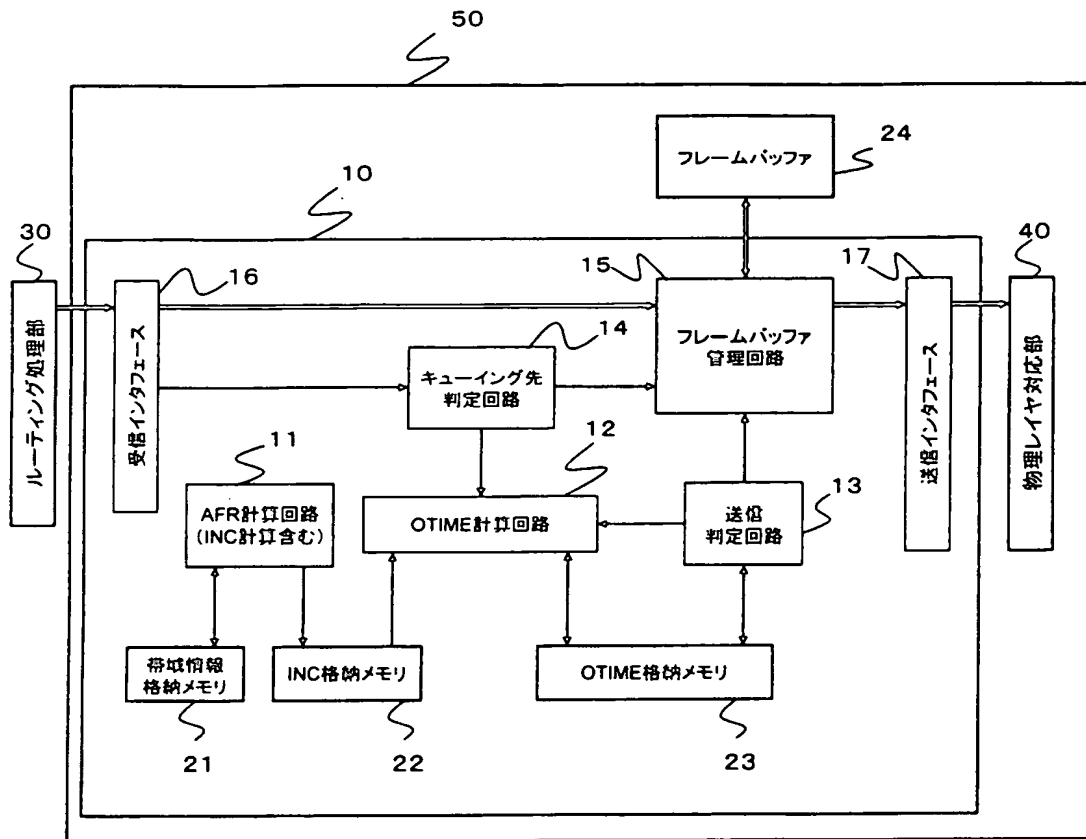
- 1 2 O T I M E 計算回路
- 1 3 送信判定回路
- 1 4 キューイング先判定回路
- 1 5 フレームバッファ管理回路
- 1 6 受信インタフェース
- 1 7 送信インタフェース
- 2 1 帯域情報格納メモリ
- 2 2 I N C 格納メモリ
- 2 3 O T I M E 格納メモリ
- 2 4 フレームバッファ
- 3 0 ルーティング部
- 4 0 物理レイヤ対応部
- 5 0 回線インタフェース
- 6 0 スイッチ

【書類名】 図面

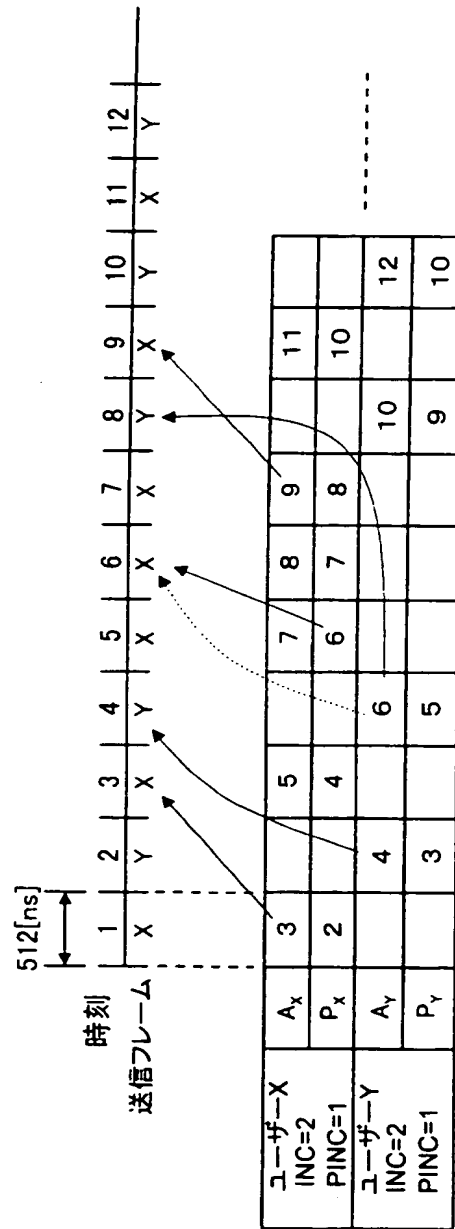
【図 1】



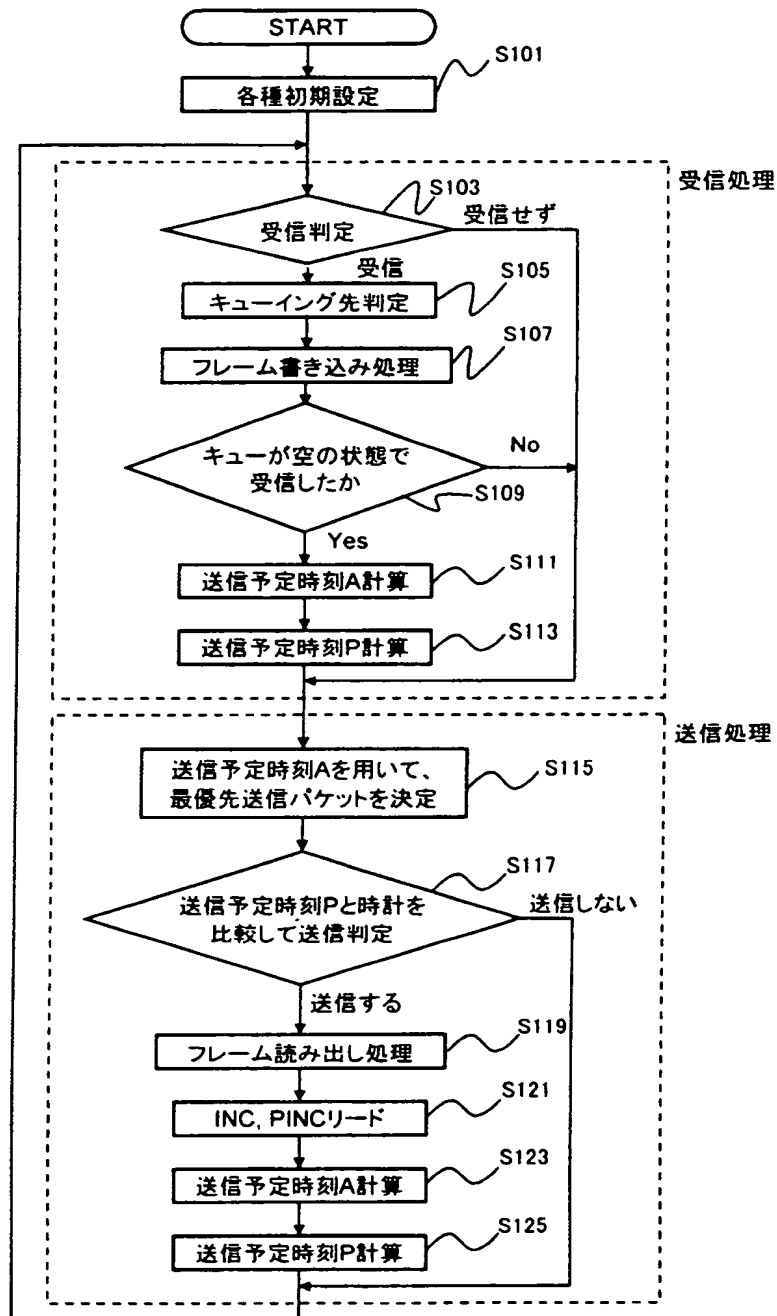
【図 2】



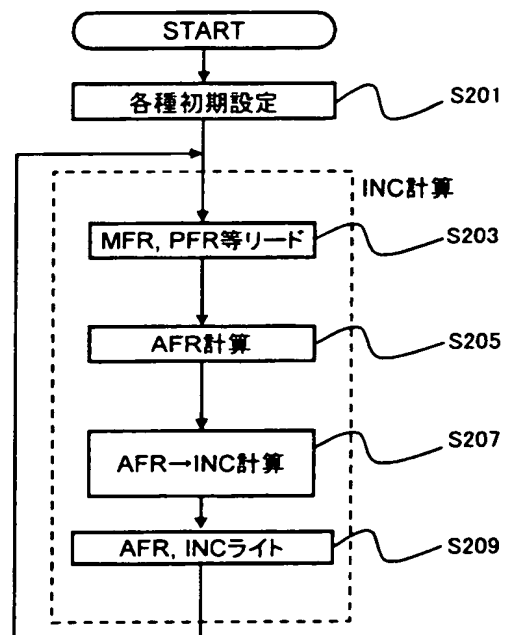
【図 3】



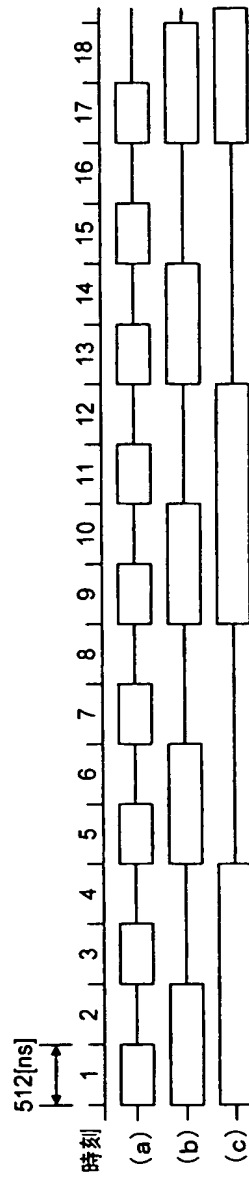
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ユーザの帯域の変化により生じる未使用帯域を有効利用する。

【解決手段】 AFR計算回路11は、送信帯域AFR、送信帯域AFRに基づく基準送信間隔INCを計算する。OTIME計算回路12は、基準送信間隔INC及び最小送信間隔PINCに基づき、第1の送信予定時刻A及び第2の送信予定時刻Pを計算する。送信判定回路13は、第1の送信予定時刻Aを用いて送信するフレームを決定し、第2の送信予定時刻Pを用いて送信するフレームを現在時刻で送信するか判定する。フレームバッファ管理回路15は、送信判定回路13が送信すると判定したフレームを、フレームバッファ24から読み出し、送信インタフェース17を介して送信する。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 3 - 0 4 7 3 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地
氏 名	株式会社日立製作所